

**JURNAL RONA TEKNIK PERTANIAN****ISSN : 2085-2614****JOURNAL HOMEPAGE : <http://www.jurnal.unsyiah.ac.id/RTP>****Dampak Perubahan Iklim Terhadap Debit Andalan Sungai Krueng Aceh****Teuku Ferijal<sup>1\*)</sup> Mustafiril<sup>1)</sup> Dewi Sri Jayanti<sup>1)</sup>**<sup>1)</sup>Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala\*Email : [t.ferijal@unsyiah.ac.id](mailto:t.ferijal@unsyiah.ac.id)**Abstrak**

Perubahan iklim yang menyebabkan perubahan karakteristik curah hujan berdampak pada aliran sungai. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa dampak perubahan iklim terhadap debit andalan. Data-data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data klimatologi dan hidrologi yang semuanya dikumpulkan dari stasiun-stasiun yang ada dalam wilayah penelitian yaitu DAS Krueng Aceh. Model kesetimbangan air *variable infiltration capacity* digunakan dalam penelitian ini untuk menghitung debit sungai harian berdasarkan data curah hujan dan evapotranspirasi harian. Hasil analisa menunjukkan bahwa suhu udara tahunan rata-rata DAS Krueng Aceh telah mengalami peningkatan yang drastis sebesar 0,6°C sejak tahun 2001. Perubahan tersebut juga diikuti dengan adanya tren peningkatan curah hujan (22%) pada bulan-bulan basah (November-Januari) serta penurunan curah hujan (26%) pada bulan-bulan kering (Mei-Agustus). Dampak dari perubahan iklim tersebut adalah terjadinya penurunan debit sungai Krueng Aceh yang ditandai semakin meningkatnya kemungkinan debit aliran lebih kecil dari 18,77 m<sup>3</sup>/s dan menurunkan debit andalan terutama pada periode April-Desember sebesar 23,5%.

**Kata kunci :** Perubahan iklim, debit andalan, Krueng Aceh**Impact of Climate Change on Dependable Discharge in the Krueng Aceh River****Teuku Ferijal<sup>1\*)</sup> Mustafiril<sup>1)</sup> Dewi Sri Jayanti<sup>1)</sup>**<sup>1)</sup>Department of Agricultural Engineering, Faculty of Agriculture, Syiah Kuala University\*Email : [t.ferijal@unsyiah.ac.id](mailto:t.ferijal@unsyiah.ac.id)**Abstract**

Climate changes altering precipitation characteristic bring impact on streamflow. This research aims to analyze impact of climate changes on dependable discharge. Climatological and hydrological data were collected from stations within Krueng Aceh Watershed. Variable infiltration capacity water balance model was applied to calculate daily streamflow base on daily precipitation and evapotranspiration. The results suggested that annual air temperature of Krueng Aceh Watershed has been squally increasing 0.6°C since 2001. The changes were also detected on monthly precipitation i.e. a 22% increase in wet period (November-January) and a 26% decrease in dry period (Mei-August). The changes have impacted the Krueng Aceh River flow by increasing possibility of flow lower than 18.77m<sup>3</sup>/s and decreasing dependable discharge by 23.5% for period of April-December.

**Keywords :** Climate change, dependable discharge, Krueng Aceh

## **PENDAHULUAN**

Peningkatan konsentrasi karbon dioksida dan gas rumah kaca (GRK) lainnya di atmosfer merupakan penyebab utama terjadinya perubahan iklim. Perubahan tersebut telah menyebabkan peningkatan suhu udara dan juga karakteristik curah hujan secara global. Perubahan suhu udara dapat secara langsung kita rasakan dan amati dengan mudah tanpa harus melalui suatu proses analisa selayaknya curah hujan. Perubahan curah hujan sangatlah bervariasi untuk setiap tempat, bahkan perubahan untuk satu lokasi menunjukkan adanya pola-pola yang berbeda. Pada umumnya perubahan karakteristik curah hujan adalah terjadinya peningkatan intensitas curah hujan dan frekuensi terjadinya hujan badai.

Perubahan ketersediaan air sangat dirasakan oleh masyarakat sebagai dampak dari adanya perubahan iklim (Gosain dkk, 2006; Heuvelmans dkk, 2005; Bouraoui dkk, 2004 dan Legesse dkk, 2003). Namun perubahan tersebut sangatlah bervariasi dan membutuhkan pemahaman yang berbeda untuk setiap tempat. Berbagai penelitian telah dilakukan untuk melihat dampak perubahan iklim terhadap ketersediaan air, baik di permukaan, dalam profil tanah ataupun air bawah tanah. Soja dkk. (2013) melakukan penelitian di sebuah danau di Austria untuk menganalisa respon hidrologis danau terhadap perubahan iklim dan menemukan bahwasanya volume danau tersebut sangat sensitif terhadap perubahan karakteristik curah hujan. Akibat peningkatan suhu, terjadi peningkatan evaporasi yang sangat signifikan dari danau tersebut sehingga berdasarkan hasil simulasi untuk periode 2035-2065, danau tersebut akan mengalami perubahan tampungan yang sangat drastis. Sementara itu, Koutroulis dkk. (2013) menyatakan bahwa hasil penelitian mereka terhadap sumber daya air di Pulau Crete, Yunani menunjukkan akan adanya pengurangan ketersediaan air yang berkisar antara 10% - 74% yang diakibatkan oleh adanya perubahan iklim.

Sektor pertanian tidak saja sebagai penyumbang utama GRK yang merupakan faktor utama perubahan iklim namun juga merupakan sektor yang paling rentan terhadap perubahan iklim. Produksi tanaman sangat tergantung pada kondisi meteorologi, dan faktor-faktor yang terkait dengan hubungan tanaman dan tanah. Dengan peningkatan suhu rata-rata akan meningkatkan laju penguapan dari tanah dan tanaman yang menyebabkan pengurangan pada kadar air tanah tersedia untuk pertumbuhan tanaman sehingga ketergantungan terhadap sistem irigasi menjadi semakin tinggi. Namun ketersediaan air irigasi juga akan semakin berkurang karena tingginya permintaan untuk sektor lain seperti kebutuhan air bersih untuk minum dan perindustrian. Belum lagi dengan peningkatan pertumbuhan penduduk yang pada akhirnya solusi peningkatan jaringan irigasi belum tentu dapat menyelesaikan permasalahan ketersediaan air.

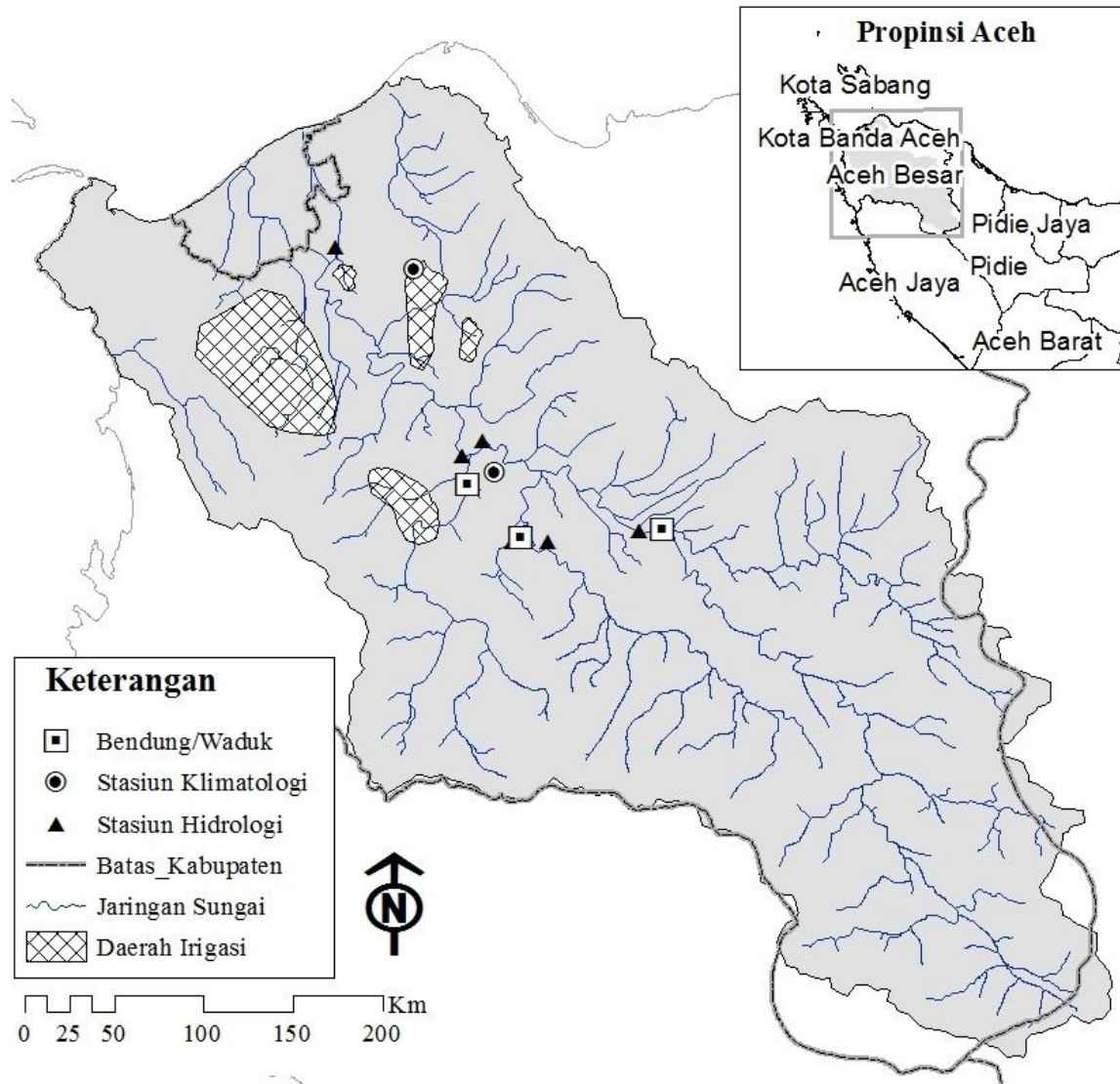
Di Indonesia dan beberapa negara lainnya, sumber air utama untuk irigasi adalah air permukaan yang sangat tergantung pada curah hujan. Perubahan karakteristik curah hujan secara langsung akan berdampak pada ketersediaan air, terutama ketersediaan air di sungai, waduk dan tempat penampungan air lainnya yang digunakan untuk irigasi. Perubahan iklim jangka panjang menyebabkan perubahan aliran sungai, perubahan tampungan-tampungan air yang pada akhirnya berpengaruh terhadap ketersediaan air. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa dampak perubahan iklim terhadap debit andalan. Debit andalan adalah debit yang selalu tersedia di sungai yang digunakan dalam perancangan irigasi dengan kemungkinan 80%.

## **METODE PENELITIAN**

### **Wilayah Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan di DAS Krueng Aceh yang secara administratif terletak di Kota Banda Aceh dan Kabupaten Aceh Besar. DAS Krueng Aceh memiliki luas 1.780 km<sup>2</sup> dengan sungai utama Krueng Aceh sepanjang kira-kira 113 km. DAS Krueng Aceh memiliki peran yang sangat penting terutama sebagai sumber utama air masyarakat di sekitarnya termasuk sumber air bagi Daerah Irigasi Krueng Aceh seluas 7.384 Ha. Untuk menjamin ketersediaan air bagi Daerah Irigasi Krueng Aceh, pada tahun 1992 dibangun bendung Krueng Aceh yang dilanjutkan dengan pembangunan Bendung Krueng Jreu. Mulai tahun 2008 Waduk Keliling yang merupakan waduk pertama di Aceh mulai dioperasikan dengan tujuan untuk irigasi sawah seluas 4.790,50 Ha.

Data-data klimatologi dikumpulkan dari 2 (dua) stasiun klimatologi yang keduanya berada di bagian hilir DAS Krueng Aceh yaitu BMKG Blang Bintang dan BMKG Indrapuri. Data-data klimatologi yang dikumpulkan adalah curah hujan, suhu udara, kelembaban, kecepatan angin dan lama penyinaran. Periode untuk pengumpulan data adalah mulai 1982 sampai dengan 2014. Sementara itu data-data hidrologi diperoleh dari Balai Wilayah Sungai Sumatera I (BWSS-I) yang berwenang mengelola beberapa stasiun pengukur debit sungai di DAS Krueng Aceh. Disebabkan keterbatasan data akibat tidak semua stasiun berfungsi dengan baik, penelitian ini menggunakan data debit dari stasiun Kampung Darang dengan luas daerah tangkapan air 1.081,2 km<sup>2</sup>. Pemilihan lokasi didasarkan pada luas daerah tangkapan air dan juga ketersediaan data.



Gambar 1. DAS Krueng Aceh dengan jaringan sungai, daerah Irigasi serta stasiun hidroklimatologinya

### Pemodelan Hidrologi

Guna mensimulasikan debit di Sungai Krueng Aceh, penelitian ini mengaplikasikan Model Keseimbangan Air yang dikombinasikan dengan *variable infiltration capacity* (VIC) sebagaimana yang telah diterapkan oleh Tanakamaru dkk (2004) dalam memodelkan perubahan elevasi Danau Toba. Pemilihan model ini dikarenakan data yang dibutuhkan tidak banyak sehingga sangat sesuai digunakan untuk wilayah yang ketersediaan data relatif rendah.

Secara umum persamaan keseimbangan air pada suatu DAS dapat ditulis sebagai berikut:

$$P - E - Q = \Delta V \dots\dots\dots (1)$$

Dimana P adalah curah hujan yang jatuh dalam DAS, E adalah evaporasi dari permukaan tanah, Q adalah debit yang keluar dari DAS, dan  $\Delta V$  adalah perubahan tampungan air dalam DAS. Besarnya evapotranspirasi aktual ditentukan dengan Persamaan (2):

$$E/E_p = 1 - [1 - W_0/W_c]^{1/B_e} \dots\dots\dots (2)$$

Dimana  $E/E_p$  adalah perbandingan antara evapotranspirasi aktual dengan evapotranspirasi potensial.  $W_0$  dan  $W_c$  adalah kondisi awal dan kondisi maksimal tampungan air tanah. Besarnya aliran dasar ditentukan dengan persamaan:

$$Q_b = k_b W_0 \quad 0 \leq k_b \leq 1 \dots\dots\dots (3)$$

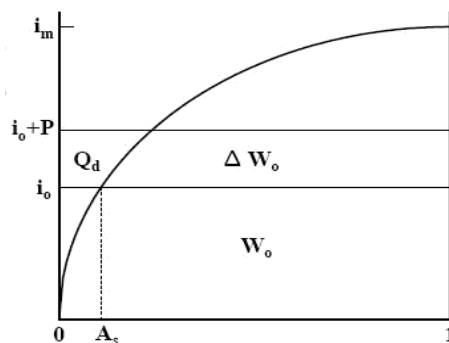
Dimana  $Q_b$  adalah aliran dasar yang merupakan fungsi linear dari  $W_0$ . Perubahan kadar air tanah diperoleh dengan Persamaan (4):

$$W_0^* = W_0 - Q_b - E \dots\dots\dots (4)$$

Besarnya aliran permukaan diestimasi dengan pendekatan distribusi kapasitas infiltrasi yang dapat dicari dengan Persamaan (5):

$$-(1-A)^{1/B} \dots\dots\dots (5)$$

Dimana A adalah bagian dari DAS dimana kapasitas infiltrasinya kurang dari  $i$ ,  $i_m$  adalah kapasitas infiltrasi maksimum dan B adalah parameter bentuk. Skema diagram prinsip dasar metode neraca air VIC dapat disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram neraca air VIC (Wood dkk., 1992 dalam Tanakamaru dkk, 2004)

## Debit Andalan

Ketersediaan air untuk irigasi dianalisa dengan menghitung besarnya debit andalan yang tersedia di Sungai Krueng Aceh. Debit andalan merupakan debit yang diharapkan selalu ada di sungai. Adapun nilai kemungkinan yang dipilih secara umum adalah 80% dan dihitung dengan menggunakan persamaan Weibull, sebagai berikut:

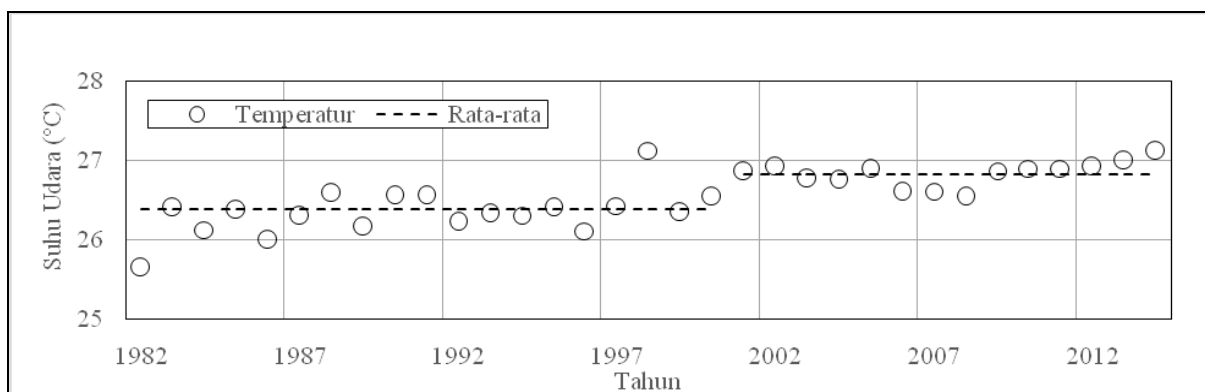
$$P = \frac{m}{n+1} \times 100\% \dots\dots\dots (6)$$

Dimana  $m$  adalah no urut data setelah diurutkan dari kecil ke besar dan  $n$  adalah jumlah data.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Klimatologi DAS Krueng Aceh

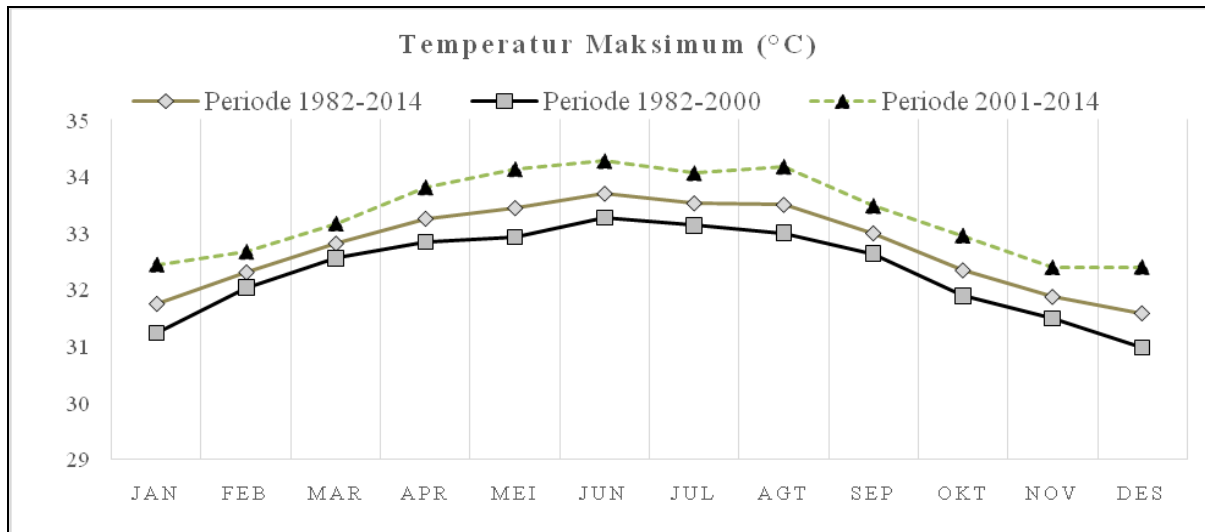
Hasil analisa terhadap data suhu udara di DAS Krueng Aceh periode 1982-2014 disajikan pada Gambar 3. Suhu udara rata-rata tahunan wilayah penelitian berkisar antara  $25,6^{\circ}\text{C}$  sampai  $27,1^{\circ}\text{C}$ . Secara visual, terlihat adanya fenomena peningkatan suhu yang drastic mulai tahun 2001 yaitu peningkatan dari rata-rata  $26,3^{\circ}\text{C}$  pada periode 1982-2000 menjadi  $26,9^{\circ}\text{C}$  pada periode 2001-2014. Untuk membuktikan bahwa perubahan suhu udara sebelum dan sesudah tahun 2001 adalah signifikan maka dilakukan uji loncatan (*jump*) menggunakan metode Mann-Whitney (Haan, 2002). Hasil analisa menunjukkan bahwa suhu udara periode 1982-2000 berbeda sangat signifikan jika dibandingkan dengan suhu udara periode 2001-2014. Peningkatan rata-rata suhu udara tersebut sesuai dengan hasil penelitian Houghton dkk (2001), yang menyatakan bahwa secara global, akibat dampak perubahan iklim, suhu udara meningkat antara  $0,4 - 0,8^{\circ}\text{C}$ . Sebagai salah satu parameter cuaca yang saling terkait dengan parameter lainnya, peningkatan temperatur tersebut merupakan indikasi yang nyata adanya perubahan-perubahan pada parameter-parameter cuaca lainnya.



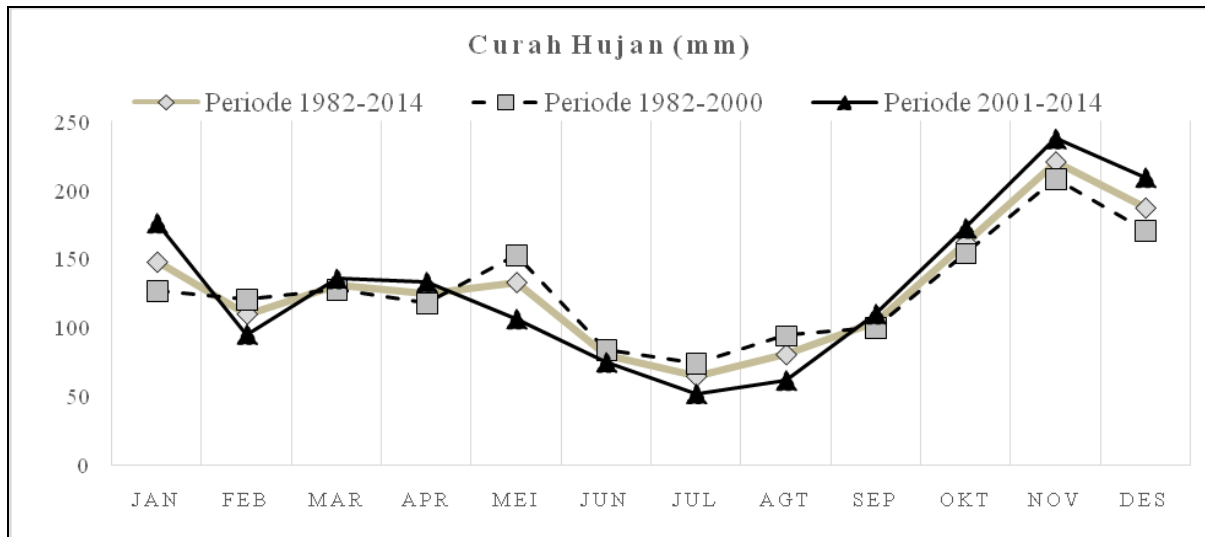
Gambar 3. Rata-rata suhu udara DAS Krueng Aceh periode 1982-2014 yang menunjukkan adanya peningkatan pada periode setelah tahun 2000

Peningkatan temperatur udara rata-rata tersebut merupakan dampak terjadinya peningkatan temperatur udara maksimum harian rata-rata. Hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 4 yang menunjukkan suhu udara maksimum bulanan rata-rata memiliki pola peningkatan tetap sepanjang tahun dengan kisaran peningkatan mulai dari  $1,9^{\circ}\text{C}$  sampai  $4,6^{\circ}\text{C}$ . Sementara itu tidak ditemukan adanya suatu pola peningkatan yang berarti pada suhu

udara minimum rata-rata. Adanya peningkatan temperatur udara tersebut akan berimbas pada meningkatnya evapotranspirasi potensial dan aktual harian yang pada akhirnya berdampak pada unsur-unsur cuaca lainnya seperti kelembaban dan curah hujan.



Gambar 4. Karakteristik rata-rata suhu udara maksimum bulanan selama periode 1982-2014



Gambar 5. Pola distribusi curah hujan rata-rata bulanan di DAS Krueng Aceh periode 1982-2014

Rata-rata curah hujan bulanan di DAS Krueng Aceh (Gambar 5) menunjukkan bahwa curah hujan pada bulan November cenderung lebih tinggi sedangkan bulan Juli merupakan bulan yang paling kering dengan jumlah curah hujan yang paling rendah. Periode Oktober – Januari merupakan periode basah dimana jumlah curah hujan tinggi, selanjutnya mulai

Februari sampai Mei jumlah curah hujan semakin berkurang dan periode Juni-September merupakan periode kering dengan curah hujan rata-rata kurang dari 100 mm. Berdasarkan gambar juga terlihat adanya perubahan distribusi curah hujan bulanan yang terjadi pada periode 1982-200 dan 2001-2014. Perubahan tersebut adalah adanya pengurangan curah hujan pada periode Mei-Agustus sebesar 26% dan peningkatan jumlah curah hujan sebesar 22% untuk periode basah (November-Januari). Kondisi tersebut menunjukkan adanya dampak dari perubahan iklim global yaitu terjadi peningkatan curah hujan pada bulan-bulan basah dan penurunan pada bulan-bulan kering. Bulan Januari mengalami peningkatan jumlah curah hujan tertinggi (39%) sedangkan penurunan tertinggi terjadi pada bulan Agustus (35%). Berdasarkan curah hujan rata-rata tahunan untuk kedua periode pengamatan tersebut, tidak terjadi perubahan yang besar meskipun terlihat adanya peningkatan curah hujan pada periode 2001-2014, namun peningkatan tersebut sangat kecil (3%).

### **Pemodelan Hidrologi**

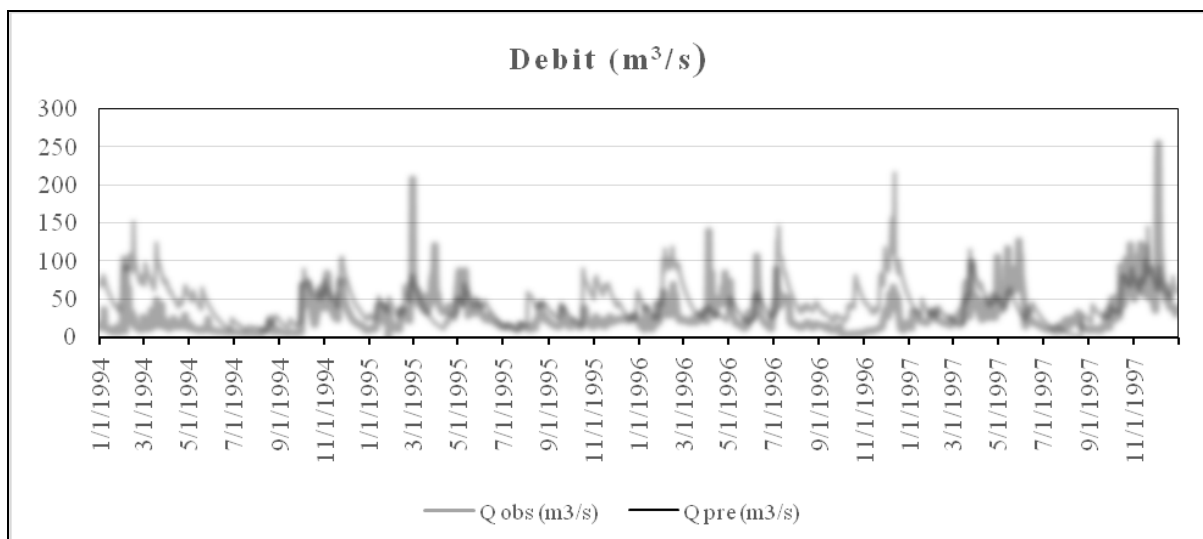
Pemodelan hidrologi dimaksudkan untuk melihat dampak adanya perubahan iklim terhadap ketersediaan air di DAS Krueng Aceh. Model Kesetimbangan Air (*Water Balance*) VIC (WB-VIC) merupakan model yang cukup sederhana yang mampu mentransformasikan input data berupa curah hujan dan evapotranspirasi potensial menjadi debit sungai. Model ini dikembangkan untuk DAS Krueng Aceh menggunakan data curah hujan harian yang tercatat di Stasiun Klimatologi Blang Bintang. Metode FAO - Penman Monteith digunakan untuk menentukan besarnya rata-rata evapotranspirasi (ET) harian berdasarkan data klimatologi bulanan dengan mengasumsikan bahwa nilai ET harian adalah konstan untuk satu bulan. Proses optimasi dilakukan dengan menentukan kombinasi terbaik dari nilai RMSE dan  $R^2$  serta berdasarkan visualisasi terhadap hidrograf debit yang dihasilkan oleh model dibandingkan dengan debit hasil observasi tahun 1994-1996. Hasil optimasi terhadap parameter-parameter model mendapatkan nilai RMSE dan  $R^2$  berturut-turut adalah 6.305 dan 0,16 dengan nilai untuk masing-masing parameter adalah sebagai berikut;  $B=0,01$ ,  $B_e=0,21$ ,  $k_b=0,04$ ,  $W_c=192,30\text{mm}$ ,  $W_o=248,89\text{mm}$ .

Berdasarkan nilai parameter optimasi terlihat bahwasanya nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) masih sangat rendah. Rendahnya kinerja model disebabkan oleh kurang tepatnya hasil estimasi terhadap curah hujan di lokasi pengamatan. Dengan luas hampir  $1.800 \text{ km}^2$ , DAS Krueng Aceh hanya memiliki dua stasiun klimatologi yang lokasinya berada di bagian tengah dan hilir DAS (Gambar 1). Kondisi tersebut menyebabkan tidak tercatatnya secara akurat kejadian-kejadian hujan pada bagian hulu DAS yang merupakan komponen penting



penyumbang limpasan untuk bagian tengah dan hilir. Kondisi yang sama juga dialami oleh Tanakamaru dkk (2014) yang mengaplikasikan model serupa untuk mensimulasikan tinggi muka air di Danau Toba, Indonesia, dimana kurangnya data curah hujan menyebabkan rendahnya kinerja model.

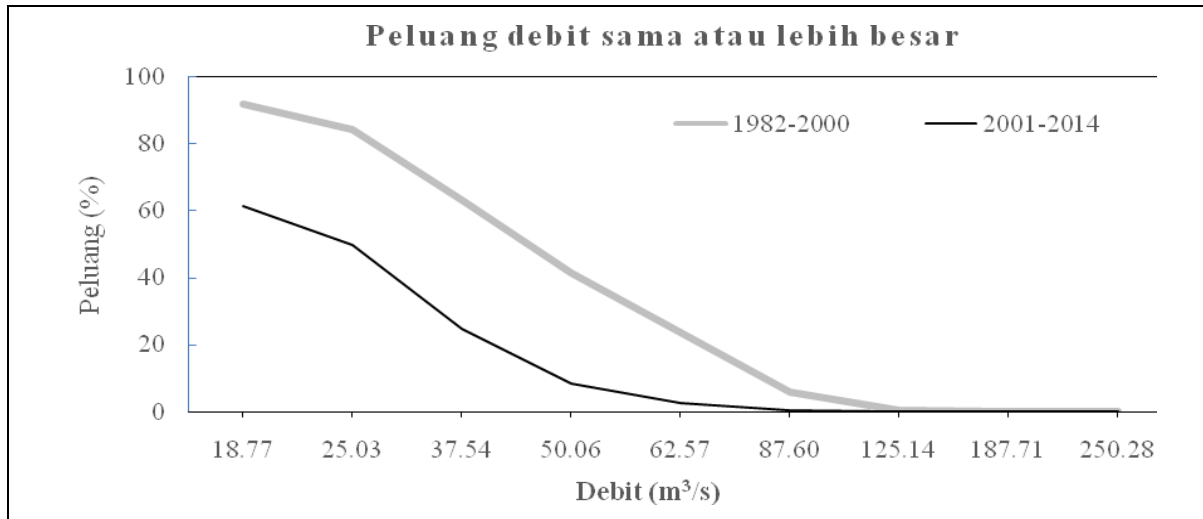
Visualisasi terhadap hidrograf yang dihasilkan terlihat bahwasanya model cukup baik dalam memprediksikan pola aliran di DAS Krueng Aceh meskipun terdapat perbedaan-perbedaan yang sangat mencolok terutama pada saat-saat debit maksimal (Gambar 6). Hal ini merupakan dampak dari rendahnya kualitas hasil perhitungan curah hujan yang jatuh dalam DAS sebagai akibat kurang representatifnya lokasi pencatat curah hujan. Secara umum model mampu mensimulasikan pola resesi aliran sungai setelah kejadian hujan yang menunjukkan bahwa terlepas dari perbedaan input, kondisi aliran sungai pasca kejadian hujan cukup baik terutama untuk periode aliran rendah ketika tidak terjadi hujan.



Gambar 6. Perbandingan debit observasi dan debit prediksi menggunakan parameter model terbaik periode 1994-1996.

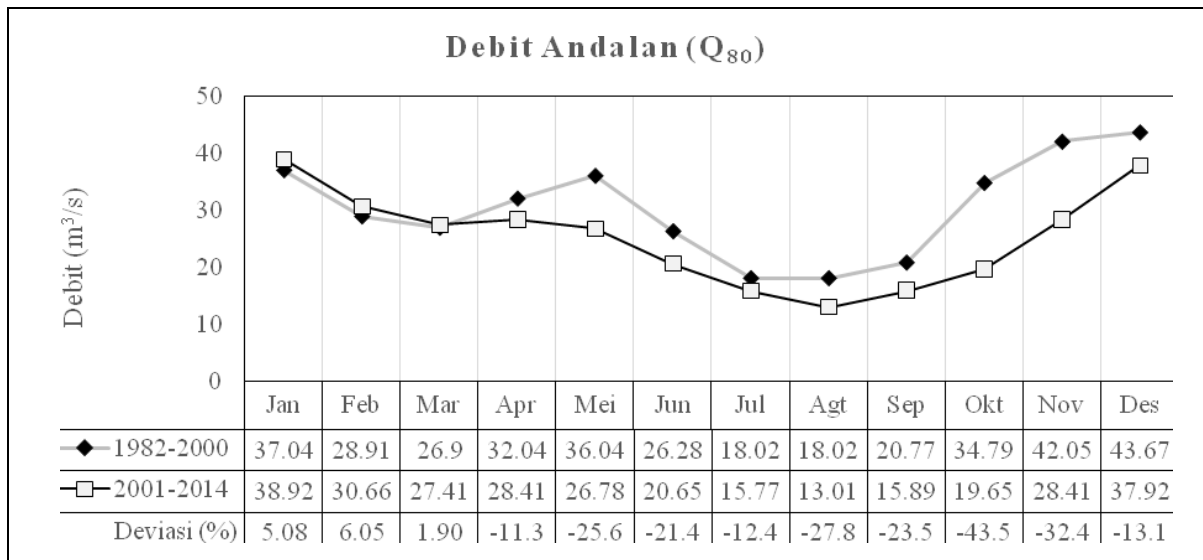
Guna menganalisa dampak perubahan iklim, model terbaik hasil optimasi digunakan untuk mensimulasikan debit harian DAS Krueng Aceh berdasarkan input data periode 1982-2000 dan 2001-2014. Hasil simulasi menunjukkan bahwa debit Sungai Krueng Aceh mengalami penurunan pada periode 2001-2014. Penurunan debit tersebut menyebabkan persentase kejadian aliran dengan debit rendah semakin tinggi. Gambar 7 melukiskan perbandingan peluang terjadinya aliran dengan debit tertentu untuk kedua periode pengamatan. Hasil analisis menunjukkan bahwa peluang terjadinya debit dengan nilai yang

sama atau lebih besar menunjukkan adanya penurunan secara konstan sebesar 30%, terutama untuk debit kurang dari 50 m<sup>3</sup>/s. Gambar tersebut juga menunjukkan frekuensi terjadinya debit yang kurang dari 19 m<sup>3</sup>/s meningkat dari 8% pada periode 1982-2000 menjadi sebesar 38% pada periode 2001-2014. Kondisi tersebut merupakan suatu indikasi berkurangnya debit di Sungai Krueng Aceh, yang pada akhirnya mengurangi ketersediaan air irigasi bagi Daerah Irigasi Krueng Aceh.



Gambar 7. Peluang terjadinya debit dengan nilai yang sama atau lebih besar di Sungai Krueng Aceh

Berkurangnya debit sungai secara langsung berdampak pada ketersediaan air untuk berbagai keperluan, salah satunya adalah kebutuhan untuk irigasi. Ketersediaan air irigasi secara umum dapat diamati dari besarnya debit dengan peluang 80% ada di sungai atau dikenal dengan istilah debit andalan. Berdasarkan perbandingan kedua periode pengamatan, dampak dari adanya perubahan iklim adalah berkurangnya debit andalan sebagaimana terlihat pada Gambar 8. Dapat dilihat bahwasanya pada periode Januari, Februari dan Maret debit andalan meningkat rata-rata 4%. Namun peningkatan ini sangat kecil jika dibandingkan dengan pengurangan yang terjadi pada bulan-bulan lainnya rata-rata sebesar 23,5%.



Gambar 8. Perbandingan debit andalan di Sungai Krueng Aceh untuk periode 1982-2000 dan 2001-2014

Berkurangnya debit andalan di Sungai Krueng Aceh berdampak pada kecukupan air irigasi di Daerah Irigasi Krueng Aceh. Hasil analisa juga menunjukkan bahwa peningkatan curah hujan bulanan terutama pada bulan-bulan basah tidak meningkatkan debit andalan. Hal tersebut mengindikasikan adanya peningkatan intensitas curah hujan pada periode 2001-2014 yang menyebabkan persentase curah hujan yang menjadi limpasan permukaan yang lebih tinggi. Berdasarkan hasil tersebut maka terdapat beberapa hal yang dapat direkomendasikan untuk dilakukan diantaranya yaitu dengan memperbaiki jaringan irigasi sehingga efisiensi dapat meningkat sehingga kehilangan-kehilangan sepanjang saluran dapat diminimalisir, melaksanakan optimalisasi sistem pengelolaan air irigasi di DAS Krueng Aceh dengan mempertimbangkan debit andalan dan luas areal efektif yang ada saat ini, memodifikasi pola tanam di Daerah Irigasi Krueng Aceh untuk mengakomodir ketersediaan air irigasi yang semakin berkurang sehingga pemanfaatan air menjadi lebih optimal.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa iklim di DAS Krueng Aceh telah mengalami perubahan yang signifikan sejak tahun 2001. Perubahan tersebut ditandai dengan adanya peningkatan suhu udara tahunan rata-rata sebesar  $0,6^{\circ}\text{C}$  dan adanya tren peningkatan curah hujan (22%) pada bulan-bulan basah (November-Januari) serta penurunan curah hujan (26%) pada bulan-bulan kering (Mei-Agustus). Dampak dari perubahan iklim tersebut adalah terjadinya penurunan debit sungai Krueng Aceh yang ditandai semakin

meningkatnya kemungkinan debit aliran lebih kecil dari 18,77 m<sup>3</sup>/s. Hasil simulasi menunjukkan bahwa perubahan iklim tersebut menurunkan debit andalan terutama pada periode April-Desember sebesar 23,5%.

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Penelitian ini terlaksana berkat dukungan dana dari Lembaga Penelitian Universitas Syiah Kuala melalui skema Penelitian Hibah Bersaing Tahun Anggaran 2015.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Bouraoui, F., B. Grizzetti, K. Grandlund, S. Rekolainen and G. Bidoglio. 2004. Impact of climate change on the water cycle and nutrient losses in a Finnish catchment. *Climatic Change*. 66: 109-126.
- Gosain, A.K., Sandhya Rao, and Debajit Basuray. 2006. Climate change impact assessment on hydrology of Indian river basins. *Current Science*. 90(3): 346-353.
- Haan, C.T. 2002. *Statistical Methods in Hydrology*, 2<sup>nd</sup> edn. Iowa State Press, Iowa.
- Heuvelmans, G., J.F. Garcia-Qujano, B. Muys, J. Feyen and P. Coppin. 2005. Modelling the water balance with SWAT as part of the land use impact evaluation in a life cycle study of CO<sub>2</sub> emission reduction scenarios. *Hydrological Processes*. 19: 729-748.
- Houghton, J.T., Y. Ding, D.J. Griggs, M. Noguer, P.J. van der Linden, X. Dai, K. Maskell, and C.A. Johnson. (ed.). 2001. *Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom.
- Koutroulis, A.G., Tsanis, I.K., Daliakopoulos, I.N., dan Jacob, D. 2013. Impact of climate change on water resources status: A case study for Crete Island, Greece. *Journal of Hydrology*. 479:146-158
- Legesse, D., C. Vallet-Coulomb and F. Gasse. 2003. Hydrological response of a catchment to climate and land use change in Tropical Africa: case study South Central Ethiopia. *Journal of Hydrology*. 275: 67-85.
- Soja, G., Zuger, J., Knoflacher, M., Kinner, P dan Soja, A.M. 2013. Climate impacts on water balance of a shallow steppe lake in Eastern Austria (Lake Neusiedl). *Journal of Hydrology*. 480:115-124
- Tanakamaru, H., Kato, T. dan Takara, K. 2004. Water balance analysis and water level simulation of Lake Toba, Indonesia. In *Proceedings of the 2nd Asia pacific Association of Hydrology and Water Resources Conference*. 2:107-115.